1833

Bouchardat



# SUR LES RELATIONS

QUI EXISTENT

# ENTRE LES ACTIONS CHIMIQUES

ET

# LES ACTIONS ÉLECTRIQUES.

# THÈSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE

A L'ÉCOLE DE PHARMACIE DE PARIS,

LE AOUT 1833,

POUR OBTENIR LE TITRE DE PHARMACIEN.

**PAR A. BOUCHARDAT,**

DOCTEUR EN MÉDECINE,

PHARMACIEN EN CHEF DE L'HÔPITAL SAINT-ANTOINE, AGGRÉGÉ PRÈS LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

Toutes les fois qu'une découverte comprend ou développe une loi de la nature, les applications sont presqu'inépuisables.

DAVY.




Paris.

IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN,

RUE RACINE, N°. 4, PLACE DE L'ODÉON.

1833.

## PROFESSEURS DE LA FACULTÉ
### DE MÉDECINE.

MM. Duméril.
Richard.

## ÉCOLE SPÉCIALE DE PHARMACIE.

### ADMINISTRATEURS.

| | | |
|---|---|---|
| MM. | Bouillon-Lagrange. . . | Directeur. |
| | Pelletier. . . . . . . . | Directeur adjoint. |
| | Robiquet. . . . . . . . | Secrétaire. |

### PROFESSEURS.

| | |
|---|---|
| Bussy. . . . . . . . .<br>Caventou. . . . . . . | Chimie. |
| Le Canu. . . . . . . .<br>Soubeiran. . . . . . . | Pharmacie. |
| Guibourt. . . . . . .<br>Guilbert. . . . . . . | Histoire naturelle. |
| Guiart. . . . . . . .<br>Clarion. . . . . . . . | Botanique. |

A LA MÉMOIRE

*De N.-L. Vauquelin,*

MON MAITRE.

A




PHARMACIEN EN CHEF DE LA PHARMACIE CENTRALE, ETC., ETC.

*Comme un faible témoignage de mon inviolable attachement et de ma profonde reconnaissance.*

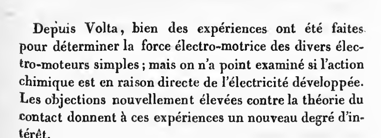
# SUR LES RELATIONS

QUI EXISTENT

# ENTRE LES ACTIONS ÉLECTRIQUES

ET

# LES ACTIONS CHIMIQUES.




Depuis Volta, bien des expériences ont été faites pour déterminer la force électro-motrice des divers électro-moteurs simples ; mais on n'a point examiné si l'action chimique est en raison directe de l'électricité développée. Les objections nouvellement élevées contre la théorie du contact donnent à ces expériences un nouveau degré d'intérêt.

Wollaston a fait voir qu'en faisant agir un acide sur un métal quelconque susceptible d'être attaqué, l'action était beaucoup plus vive quand on faisait toucher la lame attaquée par une lame d'un autre métal, sur lequel l'acide n'avait point d'action. Ritter, dans un ouvrage intitulé : *Das electriche System der Kœrper*, expose plusieurs expériences analogues. Nous avons cru qu'un travail, qui présenterait des relations numériques de l'influence du contact dans plusieurs actions chimiques, pourrait conduire à la solution de quelques problèmes encore obscurs de la philosophie naturelle.

Nous avons fait construire des vases semblables de métaux différens les plus purs possibles ; nous avons fait

des balles de même forme et de même poids avec des métaux que nous voulions soumettre à l'action chimique. On plaça dans chaque vase une balle, on ajouta alors la même quantité du même acide, au même degré de concentration, l'action fut continuée pendant un temps parfaitement semblable. Toutes les conditions étaient identiques : la seule différence dans toutes les expériences est la nature des vases, la seule force différente est la force électro-motrice développée par le contact de métaux hétérogènes, la balle et les vases. La différence d'action chimique tiendra donc uniquement à cette cause. Pour être sûr de n'être point trompé par quelque cause étrangère que nous n'avions point prévue, et pour nous assurer si la différence d'action tenait bien à la différence de la force électro-motrice, et si les variations auxquelles elle était soumise n'étaient point dues à des circonstances incertaines, qui ne nous permettraient point d'obtenir avec exactitude la mesure de la force que nous voulions connaître, nous fîmes les expériences suivantes : quatre balles de zinc distillé du même poids, et en tout parfaitement semblables, furent placées dans quatre vases de verre semblables, avec la même quantité d'acide sulfurique extrêmement dilué. Après une heure d'action, les quatre balles furent retirées, essuyées et pesées : l'eau acidulée avait enlevé à chacune des balles précisément deux milligrammes. Ces mêmes balles furent placées dans quatre vases : 1°. platine, 2°. or, 3°. argent, 4°. verre. L'action dura également une heure pour toutes, avec la même quantité d'eau acidulée ; les balles pesées après l'action présentèrent les nombres suivans :

Platine 79, or 65, argent 51, verre $1 + \frac{1}{4}$.

Il est évident que le contact des corps hétérogènes a

donné à l'action chimique une énergie nouvelle. Ces différences sont si notables, que nulles causes d'erreur ne peuvent être invoquées. Il résulte de ces expériences, d'une manière incontestable, que par le seul fait du contact les corps se constituent dans des états électriques différens ; le métal positif l'est d'autant plus, qu'il est en contact avec un corps plus négatif. Ainsi la mesure de l'action chimique peut nous offrir la mesure de la force électro-motrice mutuelle des corps. Par le contact de l'acide sulfurique affaibli sur le zinc, l'acide prend un excès d'électricité négative ; le zinc, au contraire, un excès d'électricité positive. Mais lorsqu'on emploie un acide très-étendu, le zinc ne se constitue pas dans un état assez positif pour que l'action chimique acquière une grande énergie ; mais si, par le contact avec des conducteurs de première classe fortement négatifs on rend le zinc plus positif, alors l'énergie de l'action sera en raison directe de l'énergie de l'état électrique développé par le contact. Dans le premier exemple que nous avons cité, pour rendre le problème plus simple, nous avons choisi l'or et le platine sur lesquels l'acide sulfurique n'exerce aucune action chimique. Il résulte pour nous de ces expériences que, dans le contact de deux métaux, le développement d'électricité n'est pas dû à la différence d'action exercée par le liquide sur les deux métaux ; mais il nous paraît démontré que l'électricité, développée par le seul fait du contact, exerce une influence directe sur l'action chimique que le liquide doit avoir sur le métal positif ; par conséquent que le développement d'électricité est antérieur à l'action chimique, que l'action chimique n'est pas la cause du développement de l'électricité, mais au contraire que l'énergie de l'action chimique est sous la dépendance de la force électrique développée par le contact. Nous verrons plus bas que la différence d'action ne

peut pas être attribuée au degré variable de conductibilité pour l'électricité. Parrot a soutenu la théorie contraire avec constance et chaleur ; de La Rive paraissait l'avoir établie sur des expériences décisives, Plaff et Marianini la combattirent avec talent, et réhabilitèrent la théorie de Volta. Becquerel, qui depuis la mort de Davy est le premier parmi les physiciens qui s'occupent d'électricité, dans son grand travail sur les changemens qui s'opèrent dans l'état électrique des corps sous diverses influences, a examiné la question du contact avec cette rare sagacité qu'on lui connaît, et il arrive aux mêmes conclusions que le physicien de Venise.

Ainsi, nous regardons l'hypothèse de Volta comme une vérité démontrée, et la manière dont Berzélius, avec les grands maîtres, considère les combinaisons chimiques comme n'étant point dues à une force occulte, l'affinité, mais à une force qu'on peut connaître et mesurer, l'état électrique des corps comme la théorie la plus féconde et la plus propre à comprendre les lois de la nature.

Après avoir retiré nos balles des différens vases, nous avons laissé s'écouler une heure ; elles furent ensuite placées dans quatre vases de verre semblables avec la même quantité d'acide : l'action dura une heure ; la balle, qui avait été en contact avec le platine avait perdu 11, avec l'or 8, avec l'argent 5, avec le verre 1 $\frac{1}{2}$. Ces expériences rappellent les observations intéressantes de Van Beeck : il plaça dans un vase contenant de l'eau de mer du cuivre, il fut attaqué ; il y ajouta du fer, le cuivre fut préservé ; mais, quand il sépara le fer par une plaque mince de mica, le cuivre ne fut plus préservé ; il unit le cuivre au fer par un fil de platine, le cuivre fut préservé ; après quarante-sept jours de contact, il ôta la communication, le cuivre, quoique séparé du fer, ne fut pas attaqué ; elles rappellent également les piles secondaires

de Ritter, et concourent à prouver cette proposition fondamentale : *que l'état électrique qui se développe par le contact des corps persiste après ce contact ;* ces expériences démontrent également que les molécules des corps, qui ont subi par le contact des modifications qui ont augmenté leurs propriétés électriques, tendent par le temps à reprendre leur état primitif. Nos expériences étaient faites dans des conditions parfaitement semblables, et, sous l'influence du contact, nous avons obtenu les nombres 79, 65, 51 ; après le contact, les nombres 11, 8, 5 et avant le contact 2.

Nous allons maintenant donner le résultat d'expériences comprenant un assez grand nombre de métaux.

Des balles de zinc pur furent placées dans des vases semblables de matières différentes, et furent laissées pendant le même temps avec les mêmes quantités de même acide. Après l'action nous obtînmes les différences portées dans les tableaux suivans :

## TABLEAU N°. I.

| NATURE DES VASES. | ACIDE hydrochlorique. | ACIDE sulfurique. | AMMONIAQUE. |
|---|---|---|---|
| Plombagine. . . . | 10 | » | » |
| Soufre. . . . . . | 5 | 3 | 1 |
| Étain. . . . . . . | 12 | 12 | 12 |
| Plomb. . . . . . | 14 | 28 | 15 |
| Antimoine. . . . | 41 | 38 | 18 |
| Bismuth. . . . . | 45 | 38 | 20 |
| Argent. . . . . . | 58 | 65 | 22 |
| Or. . . . . . . . | 52 | 102 | 24 |
| Platine. . . . . . | 55 | 116 | 27 |
| Cuivre. . . . . . | 70 | 150 | 40 |
| Laiton. . . . . . | 124 | 190 | 103 |
| Fer. . . . . . . . | » | 130 | » |
| Verre . . . . . . | 4 | 3 | » |

## TABLEAU N°. II.

*Balles de zinc du commerce.*

| NATURE DES VASES. | ACIDE SULFURIQUE affaibli, action 15 minutes. | AMMONIAQUE, action 12 heures. |
|---|---|---|
| Verre. . . . . . . . | 9 | 2 |
| Soufre. . . . . . . | 10 | $1\frac{1}{2}$ |
| Plomb. . . . . . . | 310 | 15 |
| Étain. . . . . . . . | » | 17 |
| Antimoine. . . . . | 350 | 19 |
| Bismuth. . . . . . | 342 | 19 |
| Argent. . . . . . . | 665 | 27 |
| Platine. . . . . . . | 712 | 32 |
| Or. . . . . . . . | » | 23 |
| Cuivre. . . . . . . | » | 42 |
| Laiton. . . . . . . | » | 64 |

Les expériences qui ont fourni les nombres portés dans les tableaux précédens ont été répétées un grand nombre de fois, et toutes ont fourni des nombres ne s'éloignant

pas beaucoup de ceux que nous avons donnés; avant d'arriver d'une manière régulière aux nombres énoncés, il nous a fallu faire plusieurs tentatives. Nous opérions d'abord avec de l'acide contenant $\frac{1}{10}$ d'acide réel, et nous ne laissions continuer l'action que pendant cinq minutes; mais elle était si énergique, que la température était sensiblement élevée; à ce degré de concentration, l'acide et le zinc se constituent mutuellement dans un état électrique si décidément opposé, que l'influence du contact est rendue insensible par cette influence supérieure. Dans ces actions énergiques, nous avons remarqué que l'influence du contact pourrait agir, non comme force électro-motrice, mais en raison du degré de conductibilité pour l'électricité des différens vases employés. Voici les nombres obtenus dans une de nos expériences avec de l'acide sulfurique à un dixième et du zinc du commerce, verre 51, soufre 53, antimoine 62, plomb 75, platine 76, étain 96, cuivre 110, argent 120, bismuth 132. On voit que la série précédente peut offrir des rapprochemens avec celle établie pour la conductibilité, pour l'électricité, successivement par Davy, Pouillet et Becquerel.

Pour apprécier convenablement l'influence du contact, il faut employer de l'acide assez faible pour que l'action soit à peine sensible, en se servant de vases qui déterminent une action électro-motrice très-faible; il faut laisser continuer l'action un temps suffisant pour bien apprécier les différences, mais non assez pour que la quantité d'acide soit beaucoup diminuée dans les vases qui déterminent une action électro-motrice puissante; cette diminution du degré d'acidité constitue une cause d'erreur qu'il faut atténuer par toutes les précautions que nous indique l'expérience. Il faut employer du zinc bien pur, car de La Rive a fait voir qu'avec du zinc du commerce contenant du fer l'action était essentiellement différente;

en effet, la petite proportion de fer suffit pour déterminer un état électro-chimique très-différent.

Ce qui contribue peut-être à rendre l'action chimique si énergique avec certains métaux, tels que le cuivre, le fer, le laiton, c'est que ces métaux ne sont pas entièrement préservés par le zinc, la partie supérieure du vase est attaquée, mais le sel formé est aussitôt décomposé par le zinc qui se couvre de particules extrêmement fines de cuivre ou de fer, et toutes ces parties sont en contact et se constituent dans un état électrique différent qui favorise singulièrement l'action chimique; en effet, il est incontestable que l'étendue du contact a une influence évidente sur l'énergie de l'action; j'ai eu occasion d'observer très-nettement cet effet pendant mon séjour à Dampierre. Le duc de Luynes était occupé d'un travail aussi complet qu'intéressant sur la fabrication des damas : il fit un corroyage de feuilles de tôle et de platine; comme il est d'usage, ces lames, placées dans une eau acidulée qui n'agissait que très-faiblement sur le fer, furent attaquées avec une violence incroyable; du fer fut placé à côté et touché avec un fil de platine, l'action fut augmentée au contact, mais elle ne se prolongea pas dans toute l'étendue comme dans les feuilles qui étaient forgées avec le platine.

L'observation est importante, en ce qu'elle peut nous faire rectifier une erreur; en effet, si nous voulions établir l'énergie de l'action électro-motrice développée au contact, et par-là la faculté électro-motrice des différens métaux par la différence de l'action chimique, nous devons établir dans toutes nos expériences une étendue de contact aussi semblable que possible; c'est ce que nous avons fait; nous devons aussi observer que les métaux qui ne sont pas entièrement préservés se précipitent sur le métal positif, augmentent l'étendue du contact, et par-là, l'influence de l'électricité. Nous expliquons ainsi d'une manière rationnelle les différences observées par rapport au

pouvoir électro-moteur et à l'énergie de l'action chimique développée par le contact du fer, du cuivre et du laiton. C'est particulièrement en employant l'ammoniaque pour dissolvant qu'on observe un dépôt considérable de cuivre.

Avant de tirer les conclusions des expériences rapportées dans les tableaux précédens, après avoir examiné l'influence comparative des divers acides, voyons si l'énergie de l'action électro-motrice suivra le même ordre en employant des électro-moteurs différens. Le métal qui réunit le plus facilement les conditions exigibles pour ces expériences est l'étain. Nous avons mis des balles d'étain parfaitement semblables en contact avec les vases ci-après, contenant une quantité égale d'acide hydrochlorique très-affaibli; l'action fut prolongée pendant une heure.

### TABLEAU N°. III.

| | |
|---|---|
| Verre. . . . . . . . . . . . . . . | 3 |
| Soufre. . . . . . . . . . . . . . . | 3 |
| Plomb. . . . . . . . . . . . . . . | 12 |
| Argent. . . . . . . . . . . . . . . | 19 |
| Antimoine. . . . . . . . . . . . | 34 |
| Bismuth. . . . . . . . . . . . . . | 36 |
| Cuivre. . . . . . . . . . . . . . | 70 |
| Platine. . . . . . . . . . . . . . | 85 |
| Or. . . . . . . . . . . . . . . . . | 201 |

Les expériences rapportées dans les tableaux n$^{os}$. I et II nous prouvent que le zinc se constitue, par rapport aux divers corps, dans des états électriques semblables, quelle que soit la nature du liquide employé; en effet, nous observons assez régulièrement la même série en employant l'acide sulfurique, hydrochlorique ou l'ammoniaque. Dans une suite d'expériences, où nous avons employé l'acide nitrique, nous devons dire que nous avons observé

plusieurs aberrations assez constantes. Davy indique un ordre différent en employant des liqueurs acides, alcalines ou hydrosulfurées.

Si maintenant on compare la série des tableaux n$^{os}$. 1 et 2 à la série du tableau n°. 3, il est évident que les conducteurs de première classe ne se constituent pas dans un état électrique semblable par rapport au zinc ou par rapport à l'étain ; par rapport au zinc, le platine vient en première ligne ; l'or, au contraire, le devance par rapport à l'étain ; l'argent est très-négatif par rapport au zinc, et vient immédiatement après l'or ; par rapport à l'étain, il l'est beaucoup moins, et est séparé de l'or par le bismuth et l'antimoine. L'étude de ces aberrations est d'une bien grande importance pour la théorie chimique ; nous pouvons établir avec certitude que lorsqu'on cherche à établir une série électro-chimique où chaque corps est positif ou négatif, par rapport à ceux qui le suivent ou le précèdent, on ne peut indiquer qu'une relation et non pas l'ensemble des relations qui existent entre ces corps ; en effet, en changeant le corps qui sert de point de comparaison, on obtient une série différente.

Ainsi, quoique nous soyons convaincus, contrairement à l'opinion des partisans de la théorie chimique de la pile, que toute action chimique est subordonnée à l'état électrique des corps, nous croyons cependant qu'il est impossibled'établir une classification linéaire fixe et invariable, en prenant seulement en considération l'état électrique réciproque des divers corps ; il est indubitable qu'il existe des corps qui sont décidément positifs ou négatifs ; il est aussi certain que, dans toute classification philosophique, on ne pourra les séparer, mais les ranger d'une manière fixe ; voilà le nœud gordien.

Dans nos expériences, la force électro-motrice du soufre est insensible ; ce fait, qui s'est toujours reproduit, nous avait d'abord étonné ; mais nous nous en sommes rendu

compte en observant que le soufre n'acquière ordinairement des propriétés électro-chimiques bien marquées que par une élévation de température.

Quand on veut mesurer la force électro-motrice relative des conducteurs de la même classe par les déviations de l'aiguille aimantée, l'effet que l'on mesure est complexe; outre l'influence de la force principale, cette déviation dépend aussi de la quantité d'électricité qui traverse le fil dans un temps donné, par conséquent de la conductibilité; ainsi nous ne devons pas être trop surpris si les relations indiquées d'après l'intensité de l'action chimique, et celles indiquées d'après les déviations de l'aiguille aimantée, ne sont pas toujours concordantes; nous pensons d'ailleurs, d'après les faits ci-dessus énoncés, qu'on ne peut pas plus établir une série linéaire invariable, en comparant les déviations de l'aiguille aimantée, qu'en mesurant l'énergie de l'action chimique; voici, au reste, un extrait des rapports des électro-moteurs indiqués par Marianini, dans l'ouvrage intitulé : *Saggio di esperienze electro-metriche*, etc. Or, platine, mercure, argent, antimoine, nickel, cuivre, laiton, fer, étain, plomb, zinc. On peut voir d'après cela qu'il existe des aberrations notables entre la mesure de la force électro-motrice, déterminée soit d'après la déviation de l'aiguille aimantée, comme le fait Marianini, soit d'après l'intensité de l'action chimique.

Nous ne terminerons pas les observations sur les tableaux ci-dessus donnés sans appeler l'attention sur la circonstance remarquable du rapprochement du bismuth et de l'antimoine. Dans toutes nos expériences, ces deux métaux marchent toujours ensemble, leur influence sur l'énergie de l'action exercée sur le zinc ou l'étain a toujours été représentée, sinon par des nombres identiques, au moins par des nombres fort voisins. Si on compare ces résultats à ceux que fournissent la mesure du pouvoir

thermo-électrique, on voit que d'une part ils marchent sur la même ligne, et que de l'autre ils forment les deux extrémités de l'échelle.

### *Influence du contact sur la cristallisation.*

Si l'électricité développée par le contact de deux corps hétérogènes exerce une action bien manifeste sur plusieurs réactions chimiques, cette influence, quoique moins évidente sur plusieurs phénomènes physiques, n'en est pas moins certaine. Les recherches si fécondes de Becquerel sur l'électricité moléculaire, ont indiqué plusieurs relations entre l'électricité et la force qui détermine la cohésion et la cristallisation. Nous avons fait quelques expériences sur ce dernier objet ; des solutions concentrées de sel marin furent évaporées dans différens vases, et nous avons observé les résultats suivans : dans l'or de très-petits cristaux cubiques. Dans l'antimoine, le bismuth et l'étain des cubes un peu plus gros, dans le platine de plus grands cristaux. Ces cristaux prenaient encore un volume plus considérable dans le soufre, la plombagine, le verre; dans l'argent, c'étaient de grandes trémies cubiques. Dans le cuivre et le laiton, le sel se dépose sous forme de grandes lames mélangées de petits cubes; dans le zinc, de petits cubes sont mélangés d'aiguilles; dans le plomb on n'observe plus aucune apparence de cristallisation cubique, il ne se forme que des lames composées d'aiguilles prismatiques; ces cristaux, desséchés sur des feuilles de papier joseph, contiennent encore de l'eau, mais en proportion beaucoup moindre que dans les tables hexagones analysées par Fuchs. Mes vases ont un pouce de diamètre et étaient tous placés dans des circonstances semblables.

Une solution concentrée d'alun a conservé, en cristal-

lisant dans différens vases, la forme octaédrique; mais le volume et le groupement des cristaux est très-variable suivant la nature des vases employés.

Sans pousser plus loin ces expériences, nous avons pu conclure logiquement que les solutions qui doivent cristalliser se constituent par rapport aux vases qui les contiennent dans des états électriques différens, suivant la nature de ces vases; et que, suivant la différence de ces états, il en résulte de notables aberrations dans la marche de la cristallisation.

---

Les expériences précédentes nous ont montré l'influence variable et puissante qu'exerce l'électricité développée par le contact; nous verrons cette force, qui était à peine soupçonnée il y a quarante ans, se faire apercevoir dans une foule de circonstances où jusqu'ici on avait négligé son appréciation.

### *Expériences sur l'acétification* (1).

Dans le travail que j'ai écrit sur l'acétification, et que la Société de Pharmacie a publié dans ses mémoires, j'arrive à la conclusion, que dans le phénomène de l'acétification

(1) Je ne veux point parler de l'acétification sans réparer une erreur bien involontaire: nous avions envoyé à la Société de Pharmacie un travail qui nous était commun, à Buisson, pharmacien à Lyon, et à moi; la Société ne nous accorda rien, mais remit la question au concours après l'avoir modifiée. Buisson fut forcé de partir, nous nous rendîmes notre liberté en convenant de rappeler la communauté de nos premiers travaux; je rappelai cette communauté dans une note qui accompagnait mon nom placé sous cachet. Ayant déposé moi-même mon mémoire, M. le secrétaire général n'ouvrit pas le cachet et le mémoire fut imprimé sans la note qui accompagnait mon nom.

l'alcool ne se transforme jamais en acide acétique. Des faits bien constatés par l'habile rapporteur ont démontré que, dans plusieurs circonstances, l'alcool se transformait en acide acétique, et cependant j'ai répété les expériences fondamentales de mon mémoire; elles m'ont toujours donné le même résultat négatif; la seule circonstance différente est celle-ci: que j'opérais en contact avec le mercure, et que M. Guibourt n'opérait pas sous cette influence, et cela suffit pour donner des résultats entièrement différens; avec le contact du mercure, l'oxigène ne devient point partie constituante du produit, l'acide acétique n'est pas formé aux dépens de l'alcool, mais bien aux dépens des autres matières organiques que le vin peut contenir; cette dernière transformation est beaucoup plus complète et plus rapide en présence du mercure, les liqueurs se constituent par rapport à ce métal dans un état électrique tel que l'alcool est préservé, et que la décomposition ne s'étend qu'aux matières plus altérables, qui sont beaucoup plus vite et plus complétement transformées en acide acétique. Cette observation nous montre de quelles difficultés sont entourées les expériences chimiques; une force, qui jusqu'ici a toujours été négligée, nous donne des résultats entièrement opposés à ceux qu'on observe ordinairement.

*Expériences sur la fermentation alcoolique.*

Plusieurs chimistes ont avancé, mais sans preuve bien directe, que l'électricité jouait un rôle actif dans le développement de la fermentation alcoolique, nous avons fait quelques expériences, ou pour établir cette hypothèse sur des faits, ou pour détruire une erreur.

De l'eau de sucre à un dixième, mêlée d'une suffisante quantité de levure, fut placée dans les différens vases

qui nous ont servi dans nos expériences précédentes. La température était à 17° c. Dans le vase de plomb, la fermentation commença, mais s'arrêta bientôt; dans le vase de fer, elle eut une marche lente et irrégulière; dans les vases de euivre et de laiton, même après plusieurs jours de contact, il n'y eut pas la moindre apparence de fermentation alcoolique. Dans les autres vases on n'observa pas des différences assez considérables pour être données ici; mais il ne faut pas perdre de vue que la levure que nous avons employée est une substancc qui s'est déjà constituée dans un état électrique tel qu'il convient pour produire la formation de l'alcool, l'action commeneée ne fait que se continuer; j'attends un temps favorable pour reprendre ees expérienccs d'une manière régulière. J'ai recommencé l'expérience sur des vases de cuivre ou de laiton eontenant une assez grande masse de liquide, un litre; la fermentation eommença, mais elle ne tarda point à languir et à s'arrêter complétement; ce n'était point un sel de cuivre qui s'était opposé au développement de la fermentation, car lcs liqueurs essayées par le prussiate de potasse n'en indiquaient aucunes traees; on ne peut admettre pour cause perturbatrice que l'état électrique différent produit par le contact des éleetro-moteurs. Avec le euivre, le laiton, le plomb, le liquide fermentiscible se constitue dans un état tel que la fermentation alcoolique ne pcut se développer même en y ajoutant le corps le plus propre à produire eette perturbation remarquable; car on sait que quand une action chimique est eommeneée, par le fait de eette action les molécules différentes, jusqu'alors inactives, se constituent dans l'état le plus favorable pour que l'action continue. Ainsi l'observation négative du développement de fermentation alcoolique dans les vases de cuivre et de laiton, nous démontre l'influence de l'électricité sur le développement de la fermentation alcoolique.

*Expériences sur le lait.*

Matteuci a fait voir que des muscles abandonnés à eux-mêmes, ou placés sur des plaques de zinc ou de cuivre, se putrifiaient d'une manière fort différente. Depuis long-temps les marchands de lait, qui le transportent à Paris d'une assez grande distance, emploient des vases de laiton non étamé et parfaitement décapé pour le recevoir et le conserver, ils éloignent ainsi de beaucoup le terme de la coagulation spontanée. Depuis long-temps M$^{me}$. la comtesse F..... m'avait indiqué ce fait; j'ai cherché à le vérifier et à l'étendre. J'ai employé le 21 avril, à quatre heures du soir, après l'avoir fait bouillir, du lait recueilli depuis douze heures dans des vases de fer-blanc; il a été partagé entre des vases de différentes matières.

Le mercredi 24, il était coagulé dans les vases de porcelaine et de verre, puis dans le plomb.

Le 25, dans les vases platine, or, fer-blanc.

Le 26, dans l'étain, puis dans le bismuth et l'antimoine.

Le 27, dans le soufre.

Le 28, dans le zinc.

Le 30, dans le cuivre et le laiton, après s'être couvert de moisissure.

Le samedi 8 juin, à quatre heures, du lait fut recueilli dans des vases de verre, puis et aussitôt partagé entre différens vases.

Le 9 et le 10, le lait n'était coagulé dans aucuns vases.

Le 11, à cinq heures, coagulé dans la porcelaine, à midi dans le plomb.

Le 12, à cinq heures, dans la platine, à sept heures dans l'argent, à dix heures dans l'or, à trois heures dans l'étain, à onze heures, dans le fer-blanc, à minuit dans le cuivre étamé.

Le 13, à cinq heures du matin, coagulé dans le verre.

Le 14, coagulé dans le bismuth et l'antimoine.

Le 16, dans le zinc.

Le 17, dans le laiton.

Dans le cuivre il se dessèche sans se coaguler, et dans le fer il se dessèche également.

Le lait répandait une odeur très-différente suivant la nature des vases où il était conservé, dans le fer particulièrement, elle était très-forte et caractéristique.

Dans les premiers jours le lait, conservé dans les vases de cuivre ne contenait que des traces à peine sensibles de ce métal; mais la quantité augmenta successivement, et nous pensons qu'on ne pourrait prendre des mesures trop rigoureuses pour prohiber ce moyen de conservation qui, confié à des mains négligentes, peut devenir très-dangereux.

Comme principe général, il est incontestable que l'état électrique dans lequel se constitue le lait par rapport aux divers corps avec lesquels on le met en contact a une grande influence sur la durée de sa conservation. Comme principe d'application l'expérience nous a démontré qu'un des moyens de conserver le lait est de ne point le transvaser dans des vases de matières différentes; car, dans ce cas, la durée de sa conservation est toujours de beaucoup diminuée. Du lait recueilli dans des vases de fer-blanc, puis transvasé dans des vases ou de verre ou d'étain, etc., s'y conservera beaucoup moins long-temps que s'il y avait été primitivement placé; il se produit ainsi une perturbation favorable à la prompte coagulation. Le soufre conserve le lait très-long-temps, mais il y devient sensiblement acide, et se coagule par l'ébullition. Les vases de zinc, d'antimoine, de bismuth, de laiton, de cuivre et de fer se conservent très-bien; mais l'innocuité des premiers est très-contestable; quant au dernier, il communique assez vite au lait une saveur très-désagréable. Au ré-

sumé, je pense que pour l'usage économique il faut s'en tenir aux vases de fer-blanc, en évitant de transvaser.

Le fromage acquiert une odeur et une saveur très-diverse, suivant la nature des vases qui ont servi à le préparer. La nature des moisissures qui se développent est aussi fort différente. Après quinze jours de conservation, les produits ammoniacaux prédominaient dans tous les métaux.

---

La conclusion générale de ce travail est celle-ci : que la force qui se développe au contact de tous les corps hétérogènes, a une influence plus ou moins marquée sur l'énergie ou sur la nature de toutes les réactions chimiques; qu'en négligeant son appréciation on peut commettre une foule d'erreurs, et qu'au contraire, en la prenant en considération, on trouve une explication raisonnable de plusieurs phénomèmes de la nature.

*Destillatio alcoolis.*

℞ Vini de uvis optimæ notæ. . . . quantum opus est.
Destillet, ut artis est, ex cucurbitâ stillatoriâ, cujus capitello aptabitur tubus in spiram convolutus et stillare pergat, modico ignis calore donec nullam liquor stillans præ se ferat alcoolis notam.

*Acidi acetici destillatio.*

℞ Aceti de vino optimi. . . . . . quantum opus est.

Destillet balneo arena ex retorta, fere ad dodrantem, divisis in duo aut tria excipula, pro destillationis tempore partibus. Tum destillatione interruptâ quidquid in excipulâ transiit in lagunculis totidem servatur.

*Alcoolatum de cochlearia.*

| | |
|---|---|
| ℞ Foliorum cochlearia officinalis recentium. | 720 |
| Alcoolis purissimi, 22—32 B. . . . . . . | 480 |

Destillent balneo maris donec in excipulum transierunt 400.

*Vinum chalibeatum.*

| | |
|---|---|
| ℞ Limaturæ ferri puræ. . . . . . . . . | 1,013 |
| Vini albi generosi. . . . . . . . . . . | 1,000 |

Macerentur simul in matratio per sex dies identidem agitando; dein cola et per chartam trajice.

*Tinctura ætherea de digitali purpurea.*

| | |
|---|---|
| ℞ Foliorum digitalis purpureæ in pulverem contritorum. . . . . . . . . . . . | 8 |
| Ætheris sulfurici (46—56). . . . . . . | 32 |

Macerentur per biduum in lagunculâ ritè obturatâ, transfundetur liquor et servetur ad usum.

*Syrupus de aceto vini cum frambœsiis.*

| | | |
|---|---|---|
| ℞ | Aceti vini cum frambœsiis. . . . . . | 1,000 |
| | Sacchari albissimi. . . . . . . . . . . . | 1,750 |

Solvatur saccharum sub ipso tepidi aeris calore in vase vitreo et fiat syrupus.

*Oxidum ferri rubrum.*

℞ Sulfatis ferri. . . . . . . . . quantum opus est.

Exceptum crucibulo igne forti exure donec in massam obscure rubram vertatur; materiam aquâ bullianti probe eluas.

*Acidum sulfuricum alcoolisatum.*

| | | |
|---|---|---|
| ℞ | Acidi sulfurici puri ( 66 ). . . . . . . | 120 |
| | Alcoolis puri ( 26—36 B. ). . . . . . | 360 |

Misce in matratio et serva ad usum.

*Saccharum da malis.*

| | | |
|---|---|---|
| ℞ | Succi pyri mali. . . . . . . . . . . . | 1,000 |
| | Sacchari albi. . . . . . . . . . . . | 2 |

Citissime coquatur, et fiat. S. A.

*Has operationes fecit* A. Bouchardat, *Aballonensis*, *et perfectas professorum examini subjicit in scholâ pharmaceuticâ Parisiensi.*



PARIS. — IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN,
Rue Racine, n° 4, place de l'Odéon.